

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-334661

(43)Date of publication of application : 04.12.2001

Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

Application number : 2001-080904

(71)Applicant : NEC CORP

Date of filing : 21.03.2001

(72)Inventor : NAKAMURA HIROFUMI  
KANDA TORAHIKO

Priority

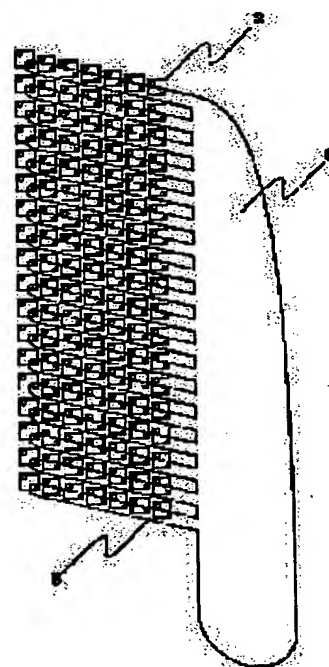
Priority number : 2000078876 Priority date : 21.03.2000 Priority country : JP

## INK JET HEAD

## Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize high density of nozzles by reducing occupation area of a chamber by maintaining a quantity of an ink drop to be ejected, to achieve a highly reliable ink jet head capable of maintaining a quantity of the ink drop even when the nozzles are arranged in high density and executing stable driving, to simplify the manufacturing process and to improve the processing accuracy.

**SOLUTION:** When a ratio of a diameter of a circumscribed circle to a diameter of an inscribed circle in a plane shape on a face of a chamber divided with a pressurizing plate (the circumscribed circle diameter/the inscribed circle diameter) is represented by A, the plane shape of the pressurizing plate satisfies an expression of  $1 \leq A \leq 2$ . For example, the plane shape of the chamber with the pressurizing plate is in a rough square or a rough rhombus and the layout of the chambers is in a tessellate lattice. The nozzles are integrally processed by dicing by each row and each column. The direction of a flow of ink in the chamber is in a direction of a longer diagonal line of the chamber.



## LEGAL STATUS

Date of request for examination] 21.03.2001

Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.11.2003

Date of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted to registration]

Date of final disposal for application]

Patent number]

Date of registration]

Number of appeal against examiner's decision of

NOTICES \*

The Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

\*\* shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

---

AIMS

---

aim(s)]

aim 1] As opposed to a head main scanning direction the degree of fixed angle Two or more nozzles prepared in the direction of [ which was constituted by two or more leaning lines and two or more trains which intersect perpendicularly to the head main scanning direction concerned ] a grid, Two or more chambers prepared corresponding to said two or more nozzles, respectively, The pressure plate which forms each 1st page of two or more of said chambers, and the actuator made to deform said pressure plate so that it may be prepared in said pressure plate, respectively and the ink in each chamber may be pressurized, Two or more ink pool branches which are arranged corresponding to two or more of said lines or trains, and supply ink to said two or more chambers, When it has the ink pool main stream in which said at least two or more ink pool branches are formed by joining and the ratio [a circumscribed circle diameter/inscribed circle diameter] of the circumscribed circle diameter of the flat-surface configuration of said pressure plate and an inscribed circle diameter is set to A, The flat-surface configuration of said pressure plate is an ink jet head characterized by having a relation of  $1 \leq A \leq 2$ .

aim 2] The flat-surface configuration of said pressure plate is an ink jet head according to claim 1 characterized by having an outline square.

aim 3] The flat-surface configuration of said pressure plate is an ink jet head according to claim 1 characterized by having the outline rhombus which has said each line and the side parallel to said each train.

aim 4] The flat-surface configuration of said actuator is an ink jet head according to claim 3 which is the outline rhombus which has said each line and the side parallel to said each train.

aim 5] The ink passage in said chamber is the ink jet head according to claim 4 formed in the direction of the diagonal line with said longer chamber.

aim 6] The ink jet head according to claim 1 to 5 which is  $d/\tan \theta \geq 0.2$  (mm) when setting the inclination of said head line and head main scanning direction to  $\theta$  and setting to d (mm) distance of the direction which intersects perpendicularly to the head main scanning direction of spacing where two or more nozzles arranged in said each line direction.

aim 7] The ink jet head according to claim 6 whose relation of said n and said d is  $nx d \geq 0.2$  (mm) when the number of nozzles arranged in said each line is set to n.

aim 8] The relation of said n and  $\tan \theta$  is an ink jet head according to claim 6 or 7 which is  $0.5 \leq nx \tan \theta \leq 2$ .

aim 9] The ink jet head according to claim 1 to 8 in which the cross-sectional area of said ink pool main stream was mainly formed rather than said ink pool branch.

aim 10] The cross section of said ink pool branch and/or said ink pool main stream is the ink jet head according to claim 1 to 9 formed so that it went down-stream and might decrease.

---

translation done.]

NOTICES \*

The Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.  
 \*\* shows the word which can not be translated.  
 the drawings, any words are not translated.

## TAILED DESCRIPTION

### Tailed Description of the Invention]

01] [Field of the Invention] Much this inventions relate the nozzle in which an ink droplet carries out the regurgitation to a density at the ink jet head which can be arranged. In more detail It is the ink jet recording device which an ink droplet is made to fly to a record medium, and performs image recording etc. Two or more nozzles, The chamber is constituted corresponding to each nozzle, and the pressure plate which forms the 1st page of a chamber, It has the actuator which drives the pressure plate, and is related with the ink jet head which the ink in a chamber is compressed [ head ] according to deformation of the pressure plate by the drive of the actuator, and makes an ink droplet breathe out from a nozzle.

02] [Description of the Prior Art] The conventional example is explained with reference to drawing 11 . Drawing 11 shows an example of the conventional ink jet head shown in JP,4-148936,A. To the nozzle train, the configuration counters to the sides by turns, and is allotted to them so that many nozzles 101 may become a location corresponding to a nozzle in end. Moreover, feed holes 103 are allotted to the other end of a chamber.

03] Furthermore, the ink pool 104 common to all chambers is allotted to the layer to which the chamber was allotted, a different layer, and each chamber is connected through feed holes 103. Moreover, the actuator is attached in the pressure plate which forms the 1st page of each chamber, respectively. Below, an actuator explains the electrostrictive actuator constituted by the piezoelectric device.

04] A pressure plate is bent by making an actuator drive in the direction which decreases the volume of a chamber, as a result, the ink in a chamber is compressed, and an ink droplet carries out the regurgitation of the actuation of an ink jet head from a nozzle 101. It re-fills up with ink from the ink pool 104 via feed holes to a chamber, and the regurgitation of a degree is equipped with after the regurgitation of an ink droplet as deformation of a pressure plate occurs.

05] [Problem(s) to be Solved by the Invention] In the conventional ink jet head mentioned above, there is an advantage that a high density arrangement of a nozzle is realizable, by making the pitch between nozzles small and arranging many chambers with small width of face in connection with it.

06] However, width of face of a chamber must be made small as densification is advanced, and it cannot become the configuration by which a pressure plate cannot be easily bent in connection with it, therefore the large amount of volume changes of a chamber cannot be taken. Although the amount of volume changes of at least 30 pl(s) (pico liter) is needed for realizing high-speed printing, only the minute ink droplet could carry out the regurgitation, consequently there was a trouble that printing speed was slow. Or in order to take the large amount of volume changes of a chamber, had to be coped with by enlarging the longitudinal direction die length, consequently the occupancy area of a chamber became large, and the improvement in surface density of a nozzle had the trouble of being unrealizable, as a result.

07] By being carried out to such a background and using the chamber of a flat-surface configuration by which a pressure plate tends to be bent, though the amount of ink droplets which carries out the regurgitation is maintained, this invention can do occupancy area of a chamber small, and aims at offering the ink jet head which can realize densification of a nozzle. This invention can perform the drive which could maintain greatly the amount of ink droplets which carries out the regurgitation of the nozzle also as high density arrangement, and was stabilized, and aims at offering a reliable ink jet head. This invention aims at offering the manufacture approach of an ink jet head that simplification of a manufacture process and improvement in process tolerance can be aimed at.

08]

ans for Solving the Problem] The ink jet head by this invention receives a head main scanning direction. The degree fixed angle Two or more leaning lines, Two or more nozzles prepared in the shape of [ which was constituted by two more trains which intersect perpendicularly with the head main scanning direction concerned ] a grid, Two or more members prepared corresponding to said two or more nozzles, respectively, The pressure plate which forms each 1st e of two or more of said chambers, and the actuator made to deform said pressure plate so that it may be prepared in l pressure plate, respectively and the ink in said chamber may be pressurized, Two or more ink pool branches which arranged corresponding to two or more of said lines or trains, and supply ink to said two or more chambers, When l at least two or more ink pool branches are equipped with the ink pool main stream formed by joining and set the o [a circumscribed circle diameter/inscribed circle diameter] of the circumscribed circle diameter of the flat-surface figuration of said pressure plate, and an inscribed circle diameter to A, it is characterized by the flat-surface figuration of said pressure plate having the relation of  $1 \leq A \leq 2$ . For example, the flat-surface configuration of said ssure plate is an outline square. Or the flat-surface configuration of said pressure plate is an outline rhombus which said each line and the side parallel to said each train.

09] Thereby, when an actuator is driven, the efficient chamber which can maintain the amount of need volume nges at the time of a drive even if it makes occupancy area of a chamber small since it is the configuration by which essage plate tends to be bent can be obtained. Therefore, it becomes possible to arrange a nozzle to high density, hout dropping the amount of ink droplets which carries out the regurgitation.

10] When it is the outline rhombus which has said each line and the side parallel to said each train, as for the flat-face configuration of said actuator, it is [ the flat-surface configuration of said pressure plate ] still more desirable : it is the outline rhombus which has said each line and the side parallel to said each train.

11] Thereby, dicing processing of the actuator can be carried out in each line and each train unit at a package. refore, simplification of a manufacture process, and the dimension of an actuator and highly-precise-izing of a tion are attained.

12] As for the ink passage in said chamber, it is desirable to be formed in the direction of the diagonal line with said ger chamber.

13] Thereby, since ink flow in a chamber can be made smooth, the retention of air bubbles is prevented and the endability of an ink jet head can be improved.

14] When setting the inclination of said each line and head main scanning direction to theta and setting to d (mm) ance of the direction which intersects perpendicularly to the head main scanning direction of spacing where two or re nozzles arranged in said each line adjoin, it is desirable that it is  $d/\tan \theta \geq 0.2$  (mm).

15] Thereby, the width of face of the head main scanning direction of each chamber can set to about 0.2mm or more, the chamber dimension which generates the amount only of volume changes which makes the ink droplet of desired gnitude breathe out can be obtained.

16] When the number of nozzles arranged in said each line is set to n, it is desirable for the relation of said n and said be  $n \times d \geq 0.2$  (mm).

17] The width of face of the direction which intersects perpendicularly with the head main scanning direction of each mber can set to about 0.2mm or more by this, and the chamber dimension which generates the amount only of ume changes which makes the ink droplet of desired magnitude breathe out can be obtained.

18] As for the relation of said n and Above theta, it is desirable that it is  $0.5 \leq n \times \tan \theta \leq 2$ .

19] Thereby, a head main scanning direction and the direction which intersects perpendicularly with a head main nning direction can be made into outline identitas about the dimension tolerance of each chamber. According to this out, densification is realizable by considering a chamber as matrix arrangement that there is no futility in tooth space. example, when the value of  $n \times \tan \theta$  is smaller than 1, a larger head main scanning direction than the direction hch intersects perpendicularly with this can be taken about the dimension tolerance of each chamber. Moreover, when ger than 1, the larger direction which intersects perpendicularly with a head main scanning direction than a head main nning direction can be taken. Therefore, since the vacant tooth space can be used effectively as a tooth space of said pool branch when the chamber of an outline square or an outline rhombus is used, densification including a chamber an ink pool is realizable.

20] It is more desirable than said ink pool branch to form greatly the cross section of said ink pool main stream.

21] Even if all the ink flow rates that flow to each ink pool branch flow in an ink pool main stream by this, it can sider as stable flow. Moreover, since there is little passage resistance in that case, the ink amount of supply per unit e amount can be enlarged, and a regurgitation frequency can be made to increase. Furthermore, the difference of the amount of supply between each branch can be reduced, and regurgitation property dispersion between nozzles can

controlled.

22] said ink pool branch -- and -- or as for the cross section of said ink pool main stream, it is desirable to be formed so that it goes down-stream and may decrease.

23] thereby, in the case of an ink pool main stream, it goes down-stream -- alike -- following -- supply to an ink pool branch -- moreover, in the case of an ink pool branch, it goes down-stream -- although it is alike, and it follows and an flow rate all falls by supply to a chamber, it can avoid reducing the rate of flow in that case Supply stabilized by the downstream can be performed by this and regurgitation property dispersion between nozzles can be suppressed. Moreover, the retention of the air bubbles by the rate-of-flow fall can also be controlled, and the dependability of an ink head can be raised.

24]

[Embodiment of the Invention] It precedes describing the example of this invention, and since the preliminary survey is carried out about the configuration of an efficient chamber where the large amount of volume changes at the time of printing can be taken even if occupancy area was small, the explanation is given.

25] About the flat-surface configuration of a square chamber side where the pressure plate is arranged, the area of Figure 1 (a) is the same, and it conducts numerical-analysis investigation of the excluded volume (the amount of volume changes) when impressing the same pressure to each configuration from which an aspect ratio differs. In addition, with nickel, elastic-modulus 200GPa and its thickness were set to 20 micrometers, and the area of the pressurization side of a chamber set impressed pressure to 0.1MPa(s) for the quality of the material of the pressure plate 1.608 square mm and an actuator.

26] According to this result, it turned out that it is easy to bend, so that it is so close to a square that the aspect ratio of chamber flat-surface configuration is close to 1, and the amount of volume changes can be obtained greatly. That is, a big amount of volume changes can be obtained also in a smaller occupancy area by using the chamber of the flat-surface configuration near a square.

27] In addition, although investigated about the square in main investigation, the same effectiveness is acquired also in another polygon and another round shape. In more detail, it is easy to bend, so that the ratio of a polygon, the largest width-of-face dimension that can be set circularly, and the smallest width-of-face dimension is close to 1, and the amount of volume changes can be obtained greatly.

28] Then, the thing of various configurations classified according to the number of angles is considered as the flat-surface configuration of a chamber, i.e., a flat-surface configuration of a pressure plate. For example, with a triangle, an isosceles triangle, a right triangle, an isosceles triangle, etc. can be considered, and a square, a rectangle, a trapezoid, a rhombus, etc. can be considered with a square. Drawing 1 (b) is the result of carrying out numerical analysis of the excluded volume (the amount of volume changes) when impressing a pressure (constant value) to the pressurization side (pressure plate) of each of that chamber under the conditions that the area of the pressurization side of the chamber is the same, to a triangle, a square, a hexagon, and the thing of various configurations that can be set circularly. An axis of abscissa is the value (the configuration index of this chamber is henceforth called A value) of  $\pi / (\text{diameter of a circumscribed circle})$  of the flat-surface configuration of the pressurization side of each chamber (diameter of an inscribed circle), and an axis of ordinate is the amount of volume changes. The minimum value depending on the number of angles of the flat-surface configuration of the pressurization side of a chamber exists in A value here, and in a single angle, it is [ at 2 (at the time of an equilateral triangle), and a square / in root2 and a hexagon ] 1 (at the time of a perfect circle) in  $2/\sqrt{3}$  (at the time of a forward hexagon), and a round shape (when it is a square). In addition, as an analysis condition, supposing nickel, elastic-modulus 200GPa and its thickness were set to 15 micrometers, and the area of the pressurization side of a chamber set impressed pressure to 0.1MPa(s) for the quality of the material of 0.375 square mm and a pressure plate.

29] According to this result, it became clear to hardly depend for the relation between A value and the amount of volume changes on the number of angles of the flat-surface configuration of the pressurization side of a chamber. That is, if the area of the pressurization side of a chamber is decided, only A value can prescribe most amounts of volume changes. From this drawing, in order to have realized 30 or more pls made into a target, it became clear that it is necessary to make A value or less into two. In addition, the minimum value of A value is 1 at the time of a perfect circle.

30] In this invention, as mentioned above, matrix arrangement of the nozzle is carried out at the shape of a grid. In this case, it will be said that the conditions which are imposed on a chamber dimension in arranging a chamber for each nozzle have breadth smaller than the nozzle pitch ( $=d/\tan\theta$ ) of a head scanning direction, and it is smaller than the nozzle row pitch ( $=dxn$ ) of the direction where a head scanning direction and a dip cross at right angles. Therefore, the ratio of breadth and a dip is expressed with  $\tan\theta$  and shows the ratio (length/beside) the tolerance of a chamber

ension. the time of A value of the configuration index of the above-mentioned chamber arranging the chamber  
ch fills  $1 \leq A \leq 2$ , if the value is from 0.5 (oblong) to 2 (longwise) -- a chamber -- being efficient (high density) -- it  
arrange. That is, if it is  $0.5 \leq \tan \theta \leq 2$ , the effectiveness which can arrange the chamber which realizes 30pl  
high density can be acquired.

31] The following examples explain an outline square chamber to the shape of a grid of the squares in response to  
analysis result at a detail about the prototype evaluation which carried out matrix arrangement using drawing.

32] (The first example) In the first example of this invention, the flat-surface configuration carried out matrix  
ngement of the chamber which is an outline square at the shape of a grid of the squares, and adopted the Cush tooth  
n-like ink pool which has a main stream and two or more branches as an ink pool which supplies ink to each  
mber further. A configuration for that is shown below. Drawing 2 is the general drawing of an ink jet head showing  
first example of this invention. Moreover, drawing 3 is the enlarged drawing showing the detail. Furthermore,  
wing 4 is the sectional view showing the solid configuration in a chamber unit.

33] It is joined to the nozzle 1 in which an ink droplet carries out the regurgitation, the pressure plate 7 with which it  
llotted corresponding to each nozzle, and the flat-surface configuration constitutes the chamber 2 of an outline  
are, and the base of a chamber, and a pressure plate, and matrix arrangement of two or more ink room units which  
e the actuator 9 equipped with the individual electrode 8 which impresses driver voltage is carried out at the shape of  
id of the squares, and the ink jet head of this example is constituted. Moreover, the ink pool branch 5 and the ink  
l main stream 6 connect, and the Cush tooth form-like ink pool is formed. The pressure room of each ink room unit  
onnected with the ink pool branch 5 by the feed holes 3 allotted corresponding to each.

34] A parameter required in order to define matrix arrangement is the following four as shown in drawing 5. That is,  
y are the distance 20 (henceforth [ d ]) of the direction which intersects perpendicularly to said each lines 11, 12, and  
and the head main scanning direction 30 of spacing where two or more nozzles arranged to ... adjoin, the include  
le 31 (henceforth [  $\theta$  ]) of said each lines 11, 12, and 13 and the ... and head main scanning direction 30, and said  
h lines 11, 12, and 13, the number of nozzles (henceforth [ n ]) arranged to ... and the total (henceforth [ m ]) of each  
aid line. Moreover, they are said each trains 21, 22, and 23 and the direction where the head main scanning direction  
and ... cross at right angles. In this prototype, each value was set to  $n = 6$  and  $m = 16$   $d = 0.1693\text{mm}$  and  $\theta = 12.53$   
rees. The width of face of the direction where the total number of nozzles is 96 pieces, and, as for the dimension  
rance of each chamber 2,  $0.762\text{mm}$ , a head main scanning direction, and the width of face of a head main scanning  
ction cross at right angles according to this layout is  $1.016\text{mm}$ . Among those, the dimension of the chamber 2 used  
this prototype was used as the  $0.612\text{mm} \times 0.612\text{mm}$  square chamber.

35] In the case of this layout and a chamber dimension, that direction that intersects perpendicularly is vacant as for  
tooth space between nozzles from the head main scanning direction. In this prototype, width of face considered as  
large mass ink pool as much as possible by utilizing this tooth space as an ink pool branch 5, and cross talk  
uction between nozzles at the time of a regurgitation drive and improvement in drive frequency by the improvement  
refill rate were realized. the ink pool branch 5 is parallel to said each line to which only  $\theta$  inclined to the head  
in scanning direction 30 according to this ink pool layout, and that number of it is the same as that of several m of  
h of said line -- it \*\*\*\*.

36] Each ink pool branch 5 joins the ink pool main stream 6 in each end. It has branched from the ink pool main  
am 6 from each ink pool branch 5 so that change of the include angle of the flow direction at the time of carrying out  
itting to a branch 5 may become less than 90 degrees from the ink pool main stream 6. Since generation of the eddy  
he time of carrying out splitting and generating of the flow stagnation point can be prevented by this, ink supply  
ilized in each chamber can be performed, and it becomes possible to raise the dependability of an ink jet head.  
reover, although [ this prototype ] the width of face of the ink pool branch 5 is fixed from the upstream to a lower  
am of a river, it considered as the structure where down-stream one becomes narrow about the ink pool main stream

37] In addition, in this prototype, the dummy chamber which does not drive in fact the train equivalent to the point of  
h ink pool branch 5 and the line which asks the point and root headquarters of the ink pool main stream 6 is  
pared. All of the chamber and structure of normal where a dummy chamber drives are the same. By preparing this  
nmy chamber, the mixed air bubbles can be made easy to discharge and it becomes possible to raise the  
endability of an ink jet head.

38] The appearance of the actuator 9 arranged on each chamber 2 is the same as that of the dimension of a chamber  
nd it set thickness to 30 micrometers. Conductive adhesives (not shown) are used for junction to a pressure plate 7.  
e individual electrode 8 which impresses driver voltage is arranged on the pressure plate 7 and the field which  
nters, respectively, and, as for the common electrode, the pressure plate 7 is bearing the role.



39] In addition, although the actuator ingredient used by this example is the PZT system ceramics, other common piezoelectrics etc. can also be used.

40] Next, the manufacturing method of this example is explained using drawing. As shown in drawing 6, the sheet-piezoelectric crystal 40 with a thickness of 30 micrometers which made both sides vapor-deposit the Au electrode is stuck on the temporary fixed substrate 43 through the temporary fixed pressure sensitive adhesive sheet 42. Then, as shown in drawing 7, sandblasting processing is performed using the mask 44 created according to the location and tension which are needed as an actuator, and separation processing of each actuator 9 is carried out. Furthermore, by applying electroconductive glue (not shown) to the actuator front face and making the pressure plate 7 with a thickness of 15 micrometers carry out imprint junction, the previous temporary fixed pressure sensitive adhesive sheet and the previous temporary fixed substrate 43 are removed. The unit of a pressure plate and an actuator is completed as the above.

41] Next, the explanation for manufacturing the ink room containing the ink pool branch 5 grade of the shape of a nozzle 1, a chamber 2, and Cush tooth form is described. Drawing 8 shows the member which constitutes an ink room. They are the pool plate 54 which has the ink pool branch 5 and main stream 6 of the shape of the nozzle plate 51 which is a nozzle, the hole which is open for free passage for a nozzle, and Cush tooth form, the feed-holes plate 53 which has the hole which is open for free passage for a nozzle, and feed holes, the chamber plate 52 which has a chamber, and a pressure plate 7. All these members used the stainless steel plate. A nozzle 1 and feed holes 3 were created using laser processing of sheet metal, and created Cush tooth form-like the ink pool branch 5 and a chamber 2 using stamping. These ink room members (51, 52, 53, 54) except a pressure plate 7 are joined with glue, and the pressure plate 7 is stuck to the actuator 9 stated to the front and rear is joined with glue.

42] Furthermore, electrical connection for impressing driver voltage to the individual electrode 8 arranged on each actuator 9 is performed. In this prototype, the electrode terminal of a flexible printed cable (flexible printed cable) (not shown) was arranged on the periphery of matrix arrangement, and the terminal and individual electrode 8 of each actuator 9 were connected by wirebonding. Then, in order to give piezoelectric to an actuator 9, bias voltage was given and polarization processing was performed.

43] Next, actuation of this example is explained. The tube for ink supply (not shown) is connected to the origin of ink pool main stream 6 of the shape of Cush tooth form of the ink jet head created as mentioned above, and ink regurgitation is performed. Then, the ink pool main stream 6 -> it fills up with ink in order of the ink pool branch 5 -> feed-holes 3 -> chamber 2 -> nozzle 1.

44] If a voltage waveform as shown at drawing 9 between the individual electrode 8 of each actuator 9 and the common electrode (pressure plate 7) is impressed, according to the bimorph effectiveness (bimorph effect), a pressure plate will bend, it will deform, the ink in a chamber will be compressed, and an ink droplet will carry out the regurgitation from a nozzle.

45] As a result of impressing a wave-like electrical potential difference as shown in drawing 9 according to an individual to the actually manufactured ink jet head, it checked that the ink droplet of 30pl(s) stabilized and carried out regurgitation from all nozzles. Furthermore, as a result of changing the number of the nozzles which carry out a coincidence drive and conducting the same experiment, it was not concerned with the number of drives, but checked that the ink droplet of this drop measure stabilized and carried out the regurgitation. Moreover, the difference in the regurgitation property by the location to drive was not checked, either. It was proved experimentally that the effectiveness which can arrange a nozzle to high density by using the chamber of an outline square and the combination of Cush tooth form-like ink pool branch is checked, that ink jet was stabilized and the regurgitation was carried out in this experimental result.

46] Moreover, when a Cush tooth form-like ink pool is used, the ink flow rate in a pool main stream decreases like a river stream of a river. Therefore, by narrowing the downstream of a pool main stream like this example, the fall of the rate of flow does not occur, but the downstream is also effective in the ability to prevent the residual of the air bubbles in ink, or dust.

47] In addition, although thickness of the pressure plate in this example was set to 15 micrometers, when the thickness of 2 micrometers was used, even if it made the dimension of a chamber small to 0.2mmx0.2mm, carrying out regurgitation of the ink droplet of 30pl(s) similarly was checked by experiment.

48] Here, when the pitch of the head main scanning direction of a nozzle is set to  $w$ , since it is conditions  $0.2\text{mm}$  or more, it is  $w = d / \tan\theta$ , and  $w$  is  $d / \tan\theta \geq 0.2$  (mm), and if this formula is transformed, it will become  $\tan\theta \leq 0.2$ . Therefore, if arrangement of a nozzle is the conditions of  $\theta \leq 5^\circ$  of  $0 \leq \tan(\theta)$ , and  $n \times d \geq 0.2$  (mm), since it arrange this chamber, it can realize the array of high density further.

49] (The second example) In the first example of this invention, though the efficient property of a square chamber is

erited by considering as a rhombus chamber respectively parallel to said each line and said each train, since each side each chamber appearance can make ink flow in a chamber smooth, the retention of air bubbles is prevented, and it improve the dependability of an ink jet head and can also facilitate the manufacturing method of an actuator further. configuration is shown below as the second example of this invention.

50] Drawing 10 is the enlarged drawing showing the detail of the ink jet head which shows the second example of invention. Whole head configuration and solid configuration are the same as that of the first example.

51] The flat-surface configuration is an outline rhombus, and the inclination of the chamber configuration in the ink head of this example of each of that side corresponds with each [ said each lines 11, 12, and 13, ..., / said ] trains 21, and 23 and the inclination of ... in more detail. In this chamber 2, a nozzle 1 and feed holes 3 are allotted to the both s of the diagonal line of the longer one, respectively. Moreover, according to this, the inclination of the configuration n actuator 9 of each of that side corresponds with each [ said each lines 11, 12, and 13, ..., / said ] trains 21, 22, and and the inclination of ...

52] The layout of the matrix arrangement to parts other than this, i.e., the Cush tooth form-like ink pool branch 5 and essure plate 7, and a pan itself presupposed that it is the same as that of the first example.

53] Next, the manufacturing method of this example is explained. In addition, in the manufacturing method of this mple, since a different point from the first example is only a point which carries out separation processing of the ator, it explains this point.

54] After sticking on the temporary fixed substrate 43 the sheet-like piezo electric crystal 40 which vapor-deposited Au electrode 41 to both sides as the first example described, in this example, dicing processing simpler than dblasting processing in which high degree of accuracy and stable processing are possible is performed, and aration processing of each actuator 9 is carried out. Here, for every line and train, since the side is on a straight line, actuator of this example can carry out dicing processing in each line and each train unit at a package. Therefore, the ink which was required of sandblasting processing becomes unnecessary, a mask-alignment process can be deleted by cause, and there is an advantage that the dimension and location of an actuator 9 are more processible into high ree of accuracy further.

55] About actuation of this example, it is mentioned that the ink flow in a chamber 2 becomes more smooth as for a erent point from the first example. That is, since ink flows in the direction of a vertical angle of the longer one of the mbus chamber 2, the corner through which ink passes serves as an obtuse angle, it can be hard to generate the flow gnation, and it can become possible [ preventing the retention of air bubbles ], and can raise the dependability of an jet.

56] As a result of conducting the same experiment as the first example to the actually manufactured ink jet head, it cked that the ink droplet of 30pl(s) stabilized and carried out the regurgitation from all nozzles. Furthermore, as a ult of changing the number of the nozzles which carry out a coincidence drive and conducting the same experiment, as not concerned with the number of drives, but checked that the ink droplet of this drop measure stabilized and ied out the regurgitation. Moreover, the difference in the regurgitation property by the location to drive was not cked, either. It was proved experimentally that an outline rhombus chamber has the same efficient property as an line square chamber, the effectiveness which can arrange a nozzle to high density with combination with a Cush th form-like ink pool branch is checked, that ink jet was stabilized and the regurgitation was carried out from this erimental result. Moreover, simplification of a manufacture process and improvement in process tolerance were izable by using the actuator which has the same outside \*\* as an outline rhombus chamber.

57] fect of the Invention] As explained above, even if it makes occupancy area of a chamber small, according to the ink head of this invention, the efficient chamber which can maintain the amount of volume changes at the time of a drive be obtained by using the chamber with which A value of the configuration index of a chamber fills  $1 \leq A \leq 2$ . refore, it becomes possible to arrange a nozzle to high density, without dropping the amount of ink droplets which ies out the regurgitation.

58] Moreover, since the chamber with which A value of the configuration index of a chamber fills  $1 \leq A \leq 2$  can ce ink flow in a chamber smooth by making an internal ink flow direction into the direction of the diagonal line of longer one of it in the case of an outline square or an outline rhombus, the retention of air bubbles is prevented and dependability of an ink jet head can be improved. Furthermore, each line and dicing processing for every train are ined by making an actuator into the same outline rhombus as a chamber especially in an outline rhombus chamber, . manufacture process simplification and improvement in process tolerance can be realized.

59] Moreover,  $\theta \leq 5d$  of  $0 < \tan(s)$ ,  $n \times d \geq 0.2$ , the layout at the time of carrying out matrix arrangement is related h the shape of a grid of the squares at Above  $\theta$ , n, and d (mm). Or since A value of the configuration index of a



number can consider the chamber which fills  $1 \leq A \leq 2$  as matrix arrangement by considering as  $0.5 \leq \tan \theta \leq 2$ . There is no futility in tooth space, it is efficient and a chamber with a small occupancy area can be arranged more to density. Moreover, the densification in a layout including an ink pool branch is also realizable.

[50] Moreover, since it can consider as stable flow and the ink amount of supply per unit time amount can be regulated by forming the cross section of an ink pool main stream greatly rather than an ink pool branch, a regurgitation frequency can be made to increase. Furthermore, regurgitation property dispersion between nozzles can be controlled.

[51] Moreover, by decreasing and preparing the cross section of an ink pool branch or an ink pool main stream, so it goes down-stream, supply stabilized by the downstream can be performed and regurgitation property dispersion between nozzles can be suppressed. Moreover, the retention of the air bubbles by the rate-of-flow fall can also be controlled, and the dependability of an ink jet head can be raised.

[52] As mentioned above, effectiveness is in the densification of an ink jet head, the improvement in dependability, property dispersion reduction, manufacture process reduction, and the improvement in process tolerance, and industrial use is great.

---

translation done.]

OTICES \*

an Patent Office is not responsible for any  
ages caused by the use of this translation.

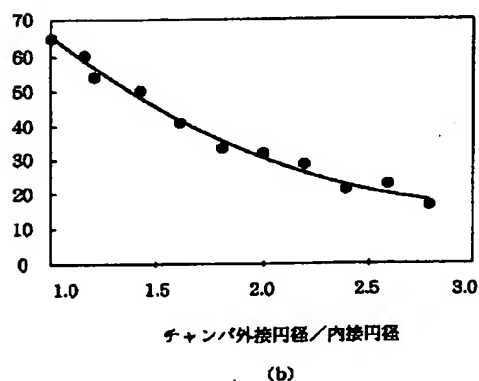
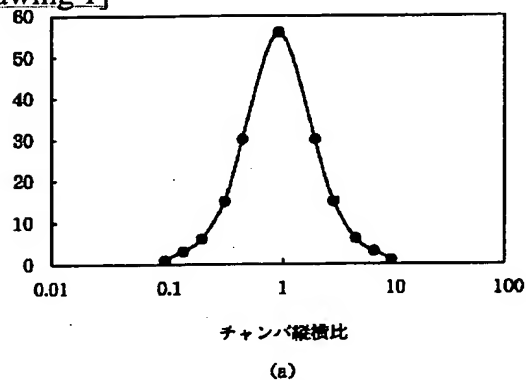
his document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

\*\*\* shows the word which can not be translated.

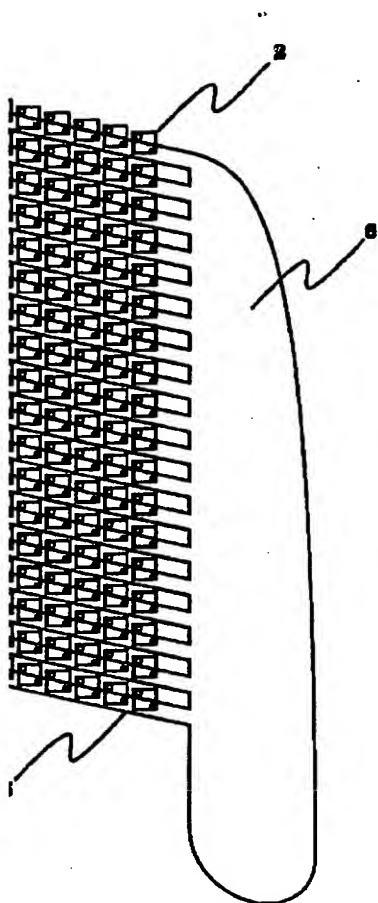
the drawings, any words are not translated.

## AWINGS

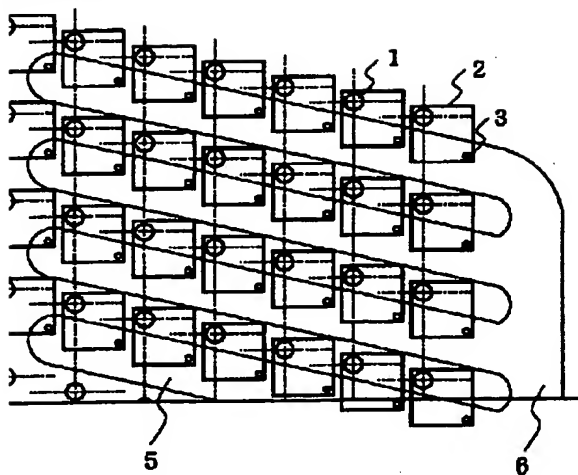
awing 1]



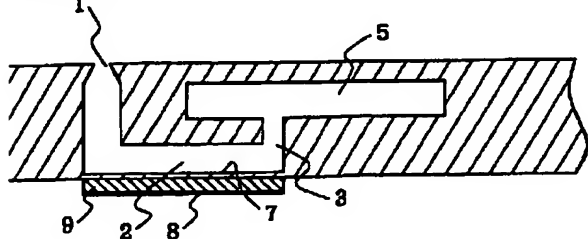
awing 2]



awing 3]



awing 4]



awing 9]

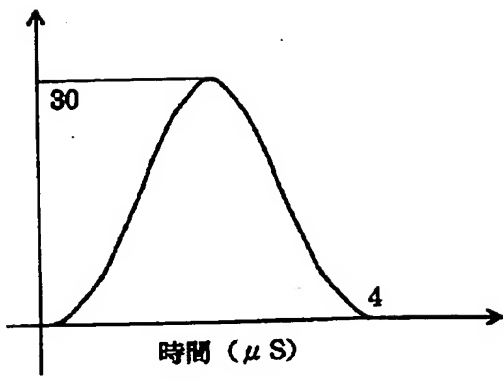


Figure 5]

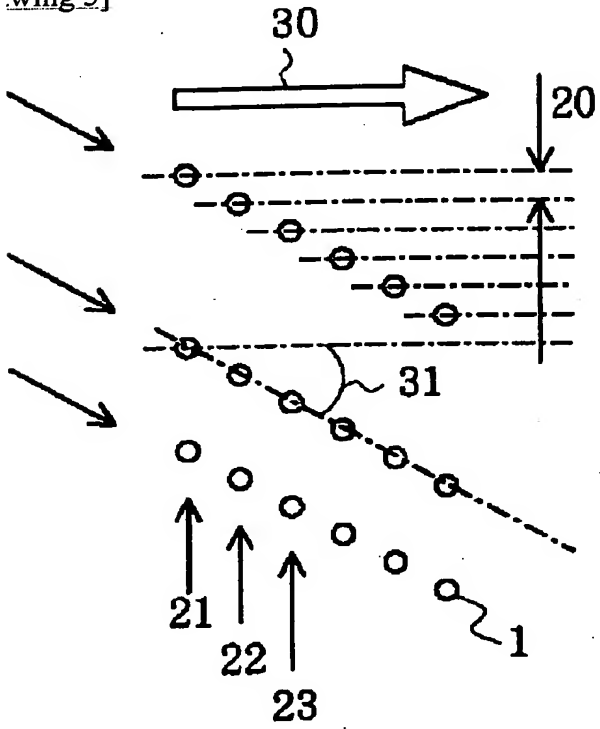


Figure 6]

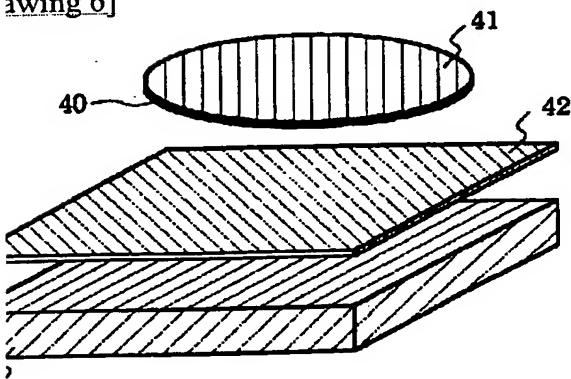
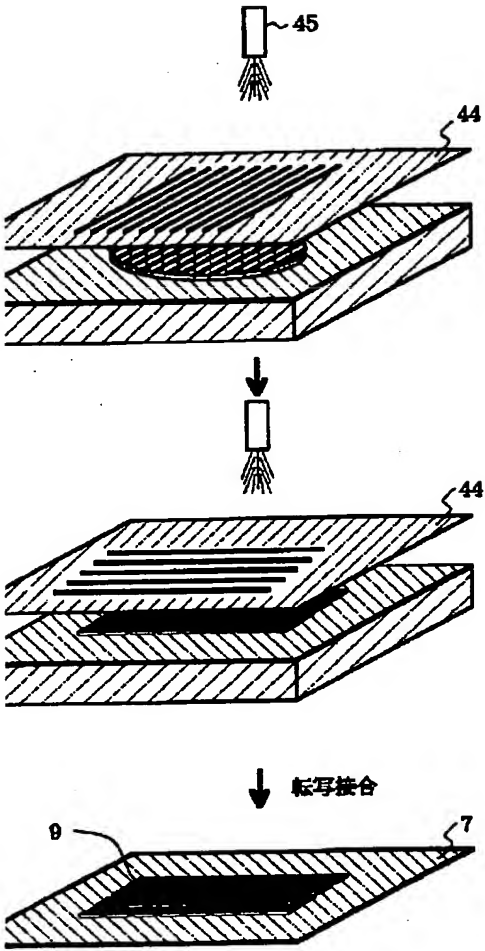
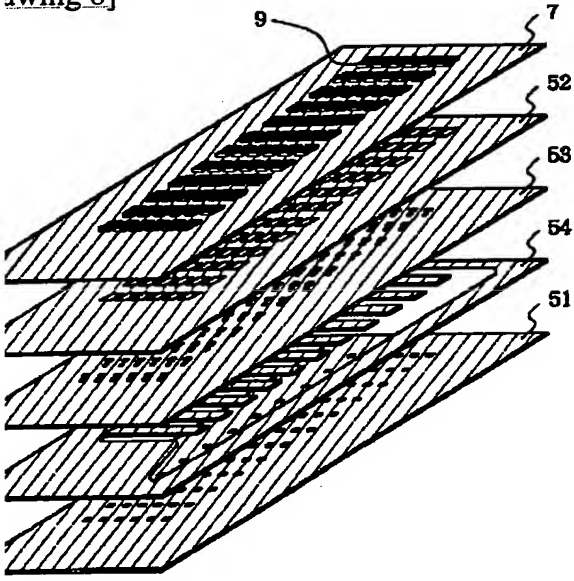


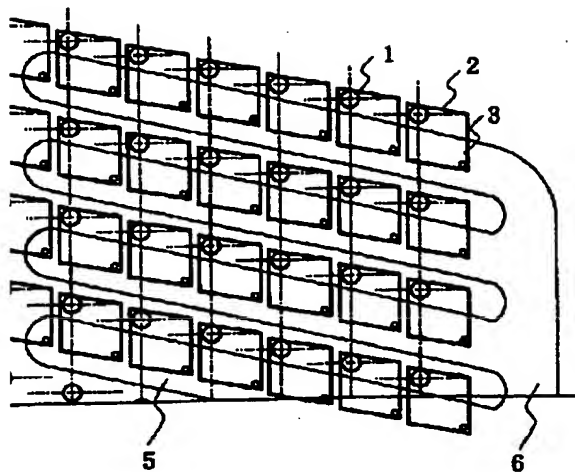
Figure 7]



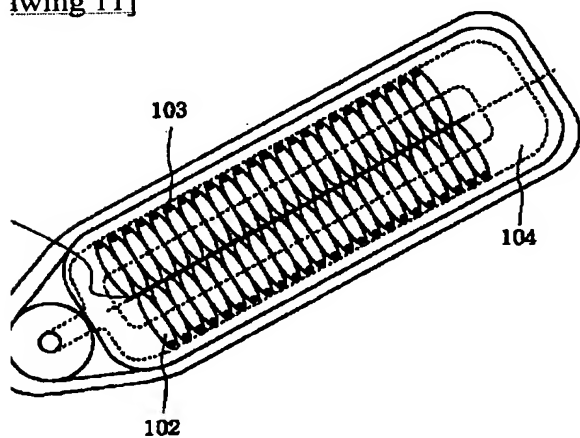
awing 8]



awing 10]



wing 11]



inslation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-334661

(P2001-334661A)

(43) 公開日 平成13年12月4日 (2001.12.4)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B 4 1 J	2/045. 2/055	B 4 1 J 3/04	1 0 3 A 2 C 0 5 7

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-80904 (P2001-80904)

(22) 出願日 平成13年3月21日 (2001.3.21)

(31) 優先権主張番号 特願2000-78876 (P2000-78876)

(32) 優先日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 中村 洋文

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 神田 虎彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100078237

弁理士 井出 直孝 (外1名)

Fターム(参考) 2C057 AF34 AF51 AG38 AG39 AG40

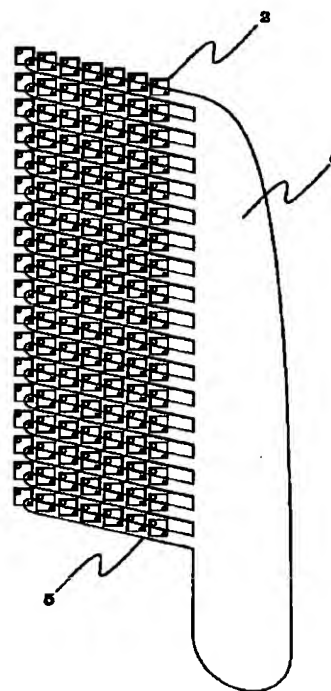
BA04 BA14

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッド

## (57) 【要約】

【課題】 吐出するインク滴量を維持しながらもチャンバの占有面積を小さくし、ノズルの高密度化を実現する。ノズルを高密度配置としても吐出するインク滴量を大きく維持でき、かつ安定した駆動が行える信頼性の高いインクジェットヘッドを実現する。製造プロセスの簡略化や加工精度の向上を実現する。

【解決手段】 チャンバの加圧板を配した面の平面形状の外接円直径と内接円直径との比〔外接円径/内接円径〕をAとすると、加圧板の平面形状は $1 \leq A \leq 2$ の關係にあり、例えば、チャンバの加圧板を配した面の平面形状が概略正方形または概略菱形であり、そのチャンバのレイアウトを基盤目の格子状に配置する。各行および各列単位で一括にアクチュエータをダイシング加工する。チャンバ内のインク流れの方向をチャンバの長い方の対角線方向とする。



特開 2001-334661  
(P 2001-334661A)

(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ヘッド主走査方向に対して一定角度傾いた複数の行と、当該ヘッド主走査方向と直交する複数の列とにより構成された格子状に設けられた複数のノズルと、  
前記複数のノズルに対応してそれぞれ設けられた複数のチャンバと、  
前記複数のチャンバの各々の 1 面を形成する加圧板と、  
前記加圧板にそれぞれ設けられ、前記チャンバ内のインクを加圧するように前記加圧板を変形させるアクチュエータと、  
前記複数の行または列に対応して配置され、前記複数のチャンバにインクを供給する複数のインクプール支流と、  
前記インクプール支流が少なくとも 2 つ以上合流して形成されるインクプール本流とを備え、  
前記加圧板の平面形状の外接円直径と内接円直径との比〔外接円径／内接円径〕を A とするとき、前記加圧板の平面形状は  $1 \leq A \leq 2$  の関係にあることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項 2】 前記加圧板の平面形状は、概略正方形であることを特徴とする請求項 1 記載のインクジェットヘッド。

【請求項 3】 前記加圧板の平面形状は、前記各行および前記各列に平行である辺を有する概略菱形であることを特徴とする請求項 1 記載のインクジェットヘッド。

【請求項 4】 前記アクチュエータの平面形状は、前記各行および前記各列に平行である辺を有する概略菱形である請求項 3 記載のインクジェットヘッド。

【請求項 5】 前記チャンバ内のインク流路は、前記チャンバの長い方の対角線方向に形成された請求項 4 記載のインクジェットヘッド。

【請求項 6】 前記各行とヘッド主走査方向との傾きを  $\theta$  とし、前記各行に配置した複数のノズルの隣接する間隔のヘッド主走査方向に対して直交する方向の距離を  $d$  (mm) とするとき、 $d / \tan \theta \geq 0.2$  (mm) である請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のインクジェットヘッド。

【請求項 7】 前記各行に配置したノズル数を  $n$  とすると、前記  $n$  と前記  $d$  との関係が  $n \times d \geq 0.2$  (mm) である請求項 6 記載のインクジェットヘッド。

【請求項 8】 前記  $n$  と前記  $\theta$  との関係は、 $0.5 \leq n \times \tan \theta \leq 2$  である請求項 6 又は 7 に記載のインクジェットヘッド。

【請求項 9】 前記インクプール支流よりも前記インクプール本流の断面積が大きく形成された請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載のインクジェットヘッド。

【請求項 10】 前記インクプール支流および／または前記インクプール本流の断面積は、下流に行くほど減少するように形成された請求項 1 ないし 9 のいずれかに記

2

載のインクジェットヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インク滴が吐出するノズルを高密度に多数配置可能なインクジェットヘッドに関し、さらに詳しくは、インク滴を記録媒体へ飛翔させて画像記録等を行うインクジェット記録装置であって、複数のノズルと、各ノズルに対応して配されるチャンバと、チャンバの各々の 1 面を形成する加圧板と、その加圧板を駆動するアクチュエータとを有し、そのアクチュエータの駆動による加圧板の変形によりチャンバ内のインクを圧縮しノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来例を図 11 を参照して説明する。図 11 は、特開平 4-148936 号公報に示される従来のインクジェットヘッドの一例を示している。その構成は、ノズル 101 が一列に多数並び、細長い平面形状のチャンバ 102 が、その一端がノズルに対応する位置になるよう、ノズル列に対して両側へ交互に対向して配されている。また、チャンバの他端には供給孔 103 が配されている。

【0003】さらに、チャンバが配された層と異なる層に、全チャンバに共通のインクプール 104 が配されており、各チャンバとは供給孔 103 を介して連結している。また、各チャンバの 1 面を形成する加圧板にはそれぞれアクチュエータが取り付けられている。以下では、アクチュエータは、圧電素子により構成された圧電アクチュエータについて説明する。

【0004】このインクジェットヘッドの動作は、アクチュエータを駆動させることで加圧板がチャンバ 102 の体積を減少させる方向にたわみ、その結果チャンバ内のインクが圧縮され、ノズル 101 からインク滴が吐出するものである。インク滴の吐出後は、加圧板の変形が元に戻るにしたがって供給孔を経由してインクプール 104 からインクがチャンバへ再充填されて次の吐出に備える。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来のインクジェットヘッドにおいては、ノズル間のピッチを小さくし、それに伴って幅の小さいチャンバを多数配列することによって、ノズルの高密度配置が実現できるという利点がある。

【0006】しかしながら、高密度化を進めるにつれてチャンバの幅を小さくしなければならず、それに伴い加圧板がたわみにくい形状となり、したがってチャンバの体積変化量を大きく取ることができない。高速印字を実現するには最低 30 p l (ピコリットル) の体積変化量が必要とされているが、微小なインク滴しか吐出できず、その結果、印字速度が遅いという問題点があった。

特開2001-334661  
(P2001-334661A)

(3)

3

あるいは、チャンバの体積変化量を大きくするためにはその長手方向長さを大きくすることで対処しなければならず、その結果、チャンバの占有面積が大きくなり、結果的にノズルの面密度向上は実現できないという問題点があった。

【0007】本発明は、このような背景に行われたものであって、加圧板がたわみやすい平面形状のチャンバを用いることによって、吐出するインク滴量を維持しながらもチャンバの占有面積が小さくでき、ノズルの高密度化が実現可能なインクジェットヘッドを提供することを10 目的とする。本発明は、ノズルを高密度配置としても吐出するインク滴量を大きく維持でき、かつ安定した駆動が行え、信頼性の高いインクジェットヘッドを提供することを目的とする。本発明は、製造プロセスの簡略化および加工精度の向上を図ることができるインクジェットヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によるインクジェットヘッドは、ヘッド主走査方向に対して一定角度傾いた複数の行と、当該ヘッド主走査方向と直交する複数の20 列とにより構成された格子状に設けられた複数のノズルと、前記複数のノズルに対応してそれぞれ設けられた複数のチャンバと、前記複数のチャンバの各々の1面を形成する加圧板と、前記加圧板にそれぞれ設けられ、前記チャンバ内のインクを加圧するように前記加圧板を変形させるアクチュエータと、前記複数の行または列に対応して配置され、前記複数のチャンバにインクを供給する複数のインクプール支流と、前記インクプール支流が少なくとも2つ以上合流して形成されるインクプール本流とを備え、前記加圧板の平面形状の外接円直径と内接円直径との比〔外接円径／内接円径〕をAとすると、前記加圧板の平面形状は $1 \leq A \leq 2$ の関係にあることを特徴とする。例えば、前記加圧板の平面形状は、概略正方形である。または、前記加圧板の平面形状は、前記各行および前記各列に平行である辺を有する概略菱形である。

【0009】これにより、アクチュエータを駆動した際に加圧板がたわみやすい形状であるため、チャンバの占有面積を小さくしても駆動時の必要体積変化量を維持することが可能な、高効率のチャンバを得ることができ40 30 る。したがって、吐出するインク滴量を落とすことなく、ノズルを高密度に配置することが可能となる。

【0010】さらに前記加圧板の平面形状は、前記各行および前記各列に平行である辺を有する概略菱形である場合、前記アクチュエータの平面形状は、前記各行および前記各列に平行である辺を有する概略菱形であることが望ましい。

【0011】これにより、各行および各列単位で一括にアクチュエータをダイシング加工できる。したがって、製造プロセスの簡略化や、アクチュエータの寸法および50

4

位置の高精度化が可能となる。

【0012】前記チャンバ内のインク流路は、前記チャンバの長い方の対角線の方に形成されることが望ましい。

【0013】これにより、チャンバ内のインク流れをスムーズにできるため気泡の停留を防止しインクジェットヘッドの信頼性を向上できる。

【0014】前記各行とヘッド主走査方向との傾きを $\theta$ とし、前記各行に配置した複数のノズルの隣接する間隔のヘッド主走査方向に対して直交する方向の距離をd (mm) とするとき、 $d / \tan \theta \geq 0.2$  (mm) であることが望ましい。

【0015】これにより、各チャンバのヘッド主走査方向の幅が約0.2mm以上とすることができ、所望の大きさのインク滴を吐出させるだけの体積変化量を発生するチャンバ寸法を得ることができる。

【0016】前記各行に配置したノズル数をnとすると、前記nと前記dとの関係が $n \times d \geq 0.2$  (mm) であることが望ましい。

【0017】これにより、各チャンバのヘッド主走査方向と直交する方向の幅が約0.2mm以上とすることができ、所望の大きさのインク滴を吐出させるだけの体積変化量を発生するチャンバ寸法を得ることができる。

【0018】前記nと前記 $\theta$ との関係は、 $0.5 \leq n \times \tan \theta \leq 2$ であることが望ましい。

【0019】これにより、各チャンバの寸法許容範囲に関し、ヘッド主走査方向と、ヘッド主走査方向と直交する方向とを概略同一とすることができる。このレイアウトによれば、チャンバをスペース的に無駄なくマトリクス配置とすることで高密度化が実現できる。例えば、 $n \times \tan \theta$ の値が1より小さい場合は、各チャンバの寸法許容範囲に関し、ヘッド主走査方向をこれと直交する方向よりも大きくとることができる。また、1より大きい場合はヘッド主走査方向と直交する方向をヘッド主走査方向よりも大きくとることができる。したがって、概略正方形または概略菱形のチャンバを用いた場合には、その空いたスペースを前記インクプール支流のスペースとして有効活用することができるため、チャンバとインクプールとを含めた高密度化が実現できる。

【0020】前記インクプール支流よりも前記インクプール本流の断面積が大きく形成されることが望ましい。

【0021】これにより、各インクプール支流に流れるインク流量の全てがインクプール本流に流れても、安定な流れとすることができる。また、その際の流路抵抗が少ないので単位時間あたりのインク供給量を大きくすることができ、吐出周波数を増加させることができる。さらに、各支流間のインク供給量の差を低減することができる。ノズル間の吐出特性ばらつきを抑制することができる。

【0022】前記インクプール支流およびまたは前記イ

特開 2001-334661  
(P 2001-334661A)

(4)

5

ンクプール本流の断面積は、下流に行くほど減少するように形成されることが望ましい。

【0023】これにより、インクプール本流の場合は下流に向かうにしたがいインクプール支流への供給によって、またインクプール支流の場合は下流に向かうにしたがいチャンバへの供給によって、いずれもインク流量が低下するが、その際に流速は低下させないようにすることができる。これにより、下流部でも安定した供給を行うことができ、ノズル間の吐出特性ばらつきを抑えることができる。また、流速低下による気泡の停留も抑制することができ、インクジェットヘッドの信頼性を向上させることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を述べるに先立ち、占有面積が小さくても駆動時の体積変化量を大きく取れる高効率チャンバの形状について事前調査を行ったので、その説明を行う。

【0025】図1(a)は、加圧板が配されている四角形チャンバ面の平面形状に関し、その面積が同一で縦横比が異なる各形状に対して、同一圧力を印加したときの排除体積(体積変化量)を数値解析調査したものである。なお、チャンバの加圧面の面積は0.608平方mm、アクチュエータの加圧板の材質はNiで弾性係数200GPa、その厚さは20μm、印加圧力は0.1MPaとした。

【0026】この結果によると、チャンバ平面形状の縦横比が1に近いほど、すなわち正方形に近いほどたわみやすく、体積変化量を大きく得られることがわかった。すなわち、正方形に近い平面形状のチャンバを用いることで、より小さい占有面積でも大きな体積変化量を得ることができる。

【0027】なお、本調査では四角形について調査を行ったが、それ以外の多角形や円形においても同様の効果が得られる。より詳しくは、多角形や円形における最も大きい幅寸法と最も小さい幅寸法との比率が1に近いほどたわみやすく、体積変化量を大きく得られる。

【0028】そこで、チャンバの平面形状として、すなわち、加圧板の平面形状として、角の数で分類した様々な形状のものを考える。例えば三角形では、正三角形や直角三角形、二等辺三角形などが考えられ、四角形では、正方形や長方形、台形、菱形などが考えられる。図1(b)は、そのチャンバの加圧面の面積が同一の条件下で、三角形、四角形、六角形、円形における様々な形状のものに対し、その各チャンバの加圧面(加圧板)に圧力(一定値)を印加した時の排除体積(体積変化量)を数値解析した結果である。横軸は、各チャンバの加圧面の平面形状の「(外接円の直径)/(内接円の直径)」の値(以後、このチャンバの形状指標をA値と呼ぶ)、縦軸は体積変化量である。ここで、A値には、チャンバの加圧面の平面形状の角数に依存する最小値が存

6

在し、三角形では2(正三角形の時)、四角形では $\sqrt{2}$ (正方形の時)、六角形では $2/\sqrt{3}$ (正六角形の時)、円形では1(真円の時)である。なお解析条件として、チャンバの加圧面の面積は0.375平方mm、加圧板の材質はNiを想定し弾性係数200GPa、その厚さは15μm、印加圧力は0.1MPaとした。

【0029】この結果によると、A値と体積変化量の関係は、チャンバの加圧面の平面形状の角数にはほとんど依存しないことが明らかになった。すなわち、チャンバの加圧面の面積が決まれば、A値だけで体積変化量をほとんど規定できる。同図より、目標とする30p1以上を実現するには、A値を2以下とする必要があることが明らかになった。なお、A値の最小値は、真円の時の1である。

【0030】本発明においては、上述したようにノズルが格子状にマトリクス配置される。この場合、各ノズルにチャンバを配置するに当たってチャンバ寸法に課せられる条件は、横幅が、ヘッド走査方向のノズルピッチ( $=d/\tan\theta$ )よりも小さく、かつ縦幅が、ヘッド走査方向と直交する方向のノズル行ピッチ( $=d \times n$ )よりも小さく、ということになる。従って、横幅と縦幅との比は、 $n \times \tan\theta$ で表され、チャンバ寸法の許容範囲の(縦/横)の比を示す。その値が0.5(横長)から2(縦長)の間であれば、前述のチャンバの形状指標のA値が $1 \leq A \leq 2$ を満たすチャンバを配置する時に、チャンバを高効率(高密度)にレイアウトすることができる。つまり、 $0.5 \leq n \times \tan\theta \leq 2$ であれば、30p1を実現するチャンバを高密度に配置できる効果を得ることができる。

【0031】この解析結果を受け、以下の実施例では概略正方形チャンバを基盤目の格子状にマトリクス配置した試作評価に関し、図を用いて詳細に説明する。

【0032】(第一実施例)本発明第一実施例では、平面形状が概略正方形であるチャンバを基盤目の格子状にマトリクス配置し、さらに各チャンバにインクを供給するインクプールとして、本流と複数の支流とを有するクシ歯形状インクプールを採用した。そのための構成を、以下に示す。図2は、本発明第一実施例を示すインクジェットヘッドの全体図である。また、図3はその詳細を示す拡大図である。さらに、図4はチャンバ単位での立体構成を示す断面図である。

【0033】本実施例のインクジェットヘッドは、インク滴が吐出するノズル1と、各ノズルに対応して配され、その平面形状が概略正方形のチャンバ2と、チャンバの底面を構成している加圧板7と、加圧板に接合され、駆動電圧を印加する個別電極8を備えたアクチュエータ9と、を有する複数のインク室ユニットが基盤目の格子状にマトリクス配置されて構成されている。また、インクプール支流5とインクプール本流6が連結して、クシ歯形状インクプールが形成されている。各インク室

特開 2001-334661  
(P 2001-334661A)

(5)

7

ユニットの圧力室は、各々に対応して配された供給孔 3 により、インクプール支流 5 に連結している。

【0034】マトリクス配置を定めるために必要なパラメータは、図 5 に示すように、次の 4 つである。すなわち、前記各行 11, 12, 13, ... に配置した複数ノズルの隣接する間隔のヘッド主走査方向 30 に対して直交する方向の距離 20 (以後 d) と、前記各行 11, 12, 13, ... とヘッド主走査方向 30 の角度 31 (以後  $\theta$ ) と、前記各行 11, 12, 13, ... に配置したノズル数 (以後 n)、そして前記各行の総数 (以後 m) である。また、前記各列 21, 22, 23, ... はヘッド主走査方向 30 と直交する方向である。本試作においては、それぞれの値を、 $d = 0.1693 \text{ m}$ 、 $\theta = 12.53$  度、 $n = 6$ 、 $m = 16$  とした。このレイアウトにより、全ノズル数は 96 個であり、各チャンバ 2 の寸法許容範囲は、ヘッド主走査方向の幅が 0.762 mm、ヘッド主走査方向と直交する方向の幅が 1.016 mm である。そのうち、本試作で用いたチャンバ 2 の寸法は 0.612 mm × 0.612 mm の正方形チャンバとした。

【0035】このレイアウトおよびチャンバ寸法の場合には、ヘッド主走査方向よりも、その直交する方向の方が、ノズル間のスペースが空いている。本試作では、このスペースをインクプール支流 5 として活用することで極力幅が広く大容量のインクプールとし、吐出駆動時のノズル間クロストーク低減や、リフィル速度向上による駆動周波数向上を実現した。このインクプールレイアウトにより、インクプール支流 5 はヘッド主走査方向 30 に対して  $\theta$  だけ傾いた前記各行と平行で、その数が前記各行の数 m と同じだけ配されている。

【0036】各インクプール支流 5 は、それぞれの一端においてインクプール本流 6 に合流している。インクプール本流 6 から支流 5 へ分流する際の流れの方向の角度の変化が 90 度未満となるように、各インクプール支流 5 からインクプール本流 6 から分岐されている。これにより、分流する際の渦の生成や流れよどみ点の発生を防止できるため、各チャンバに安定したインク供給を行うことができ、インクジェットヘッドの信頼性を向上させることが可能となる。また、本試作ではインクプール支流 5 の幅は上流から下流まで一定としたが、インクプール本流 6 に関しては下流の方が狭くなる構造とした。

【0037】なお本試作では、各インクプール支流 5 の先端部にあたる列と、インクプール本流 6 の先端部と根本部にあたる行を、実際には駆動を行わないダミーチャンバを設けている。ダミーチャンバは、駆動を行う正規のチャンバと構造は全て同一である。このダミーチャンバを設けることにより、混入してきた気泡を排出しやすくすることができ、インクジェットヘッドの信頼性を向上させることが可能となる。

【0038】各チャンバ 2 に配されたアクチュエータ 9

8

は、その外形がチャンバ 2 の寸法と同一であり、厚さは  $30 \mu\text{m}$  とした。加圧板 7 への接合には、導電性の接着剤 (図示せず) を用いている。駆動電圧を印加する個別電極 8 がそれぞれ加圧板 7 と対向する面に配されており、共通電極は加圧板 7 がその役割を担っている。

【0039】なお、本実施例で用いたアクチュエータ材料はジルコン酸チタン酸鉛系セラミクスであるが、その他の一般的な強誘電体等を用いることもできる。

【0040】次に、本実施例の製造法を、図を用いて説明する。図 6 に示すように、Au 電極 41 を両面に蒸着させた厚さ  $30 \mu\text{m}$  のシート状圧電体 40 を、仮固定粘着シート 42 を介して仮固定基板 43 に貼り付ける。その後、図 7 に示すように、アクチュエータとして必要とする位置と寸法に合わせて作成したマスク 44 を用いサンドブラスト処理を行って、各アクチュエータ 9 を分離加工する。さらに、そのアクチュエータ表面に導電性接着剤 (図示せず) を塗布し、厚さ  $15 \mu\text{m}$  の加圧板 7 に転写接合させた後、先の仮固定粘着シート 42 および仮固定基板 43 を取り外す。以上により、加圧板とアクチュエータのユニットが完成する。

【0041】次に、ノズル 1 やチャンバ 2、クシ歯形状のインクプール支流 5 等を含むインク室を製造するための説明を述べる。図 8 はインク室を構成する部材を示している。ノズルを有するノズルプレート 51、ノズルに連通する孔とクシ歯形状のインクプール支流 5 および本流 6 を有するプールプレート 54、ノズルに連通する孔と供給孔を有する供給孔プレート 53、チャンバを有するチャンバプレート 52、それと加圧板 7 である。これら全ての部材はステンレス鋼板を用いた。ノズル 1 と供給孔 3 は穴開けプレス加工を用いて作成し、またクシ歯形状のインクプール支流 5 やチャンバ 2 はエッチングを用いて作成した。加圧板 7 を除くこれらのインク室部材 (51, 52, 53, 54) を接着接合し、その後先に述べたアクチュエータ 9 を貼り付けた加圧板 7 を接着接合する。

【0042】さらに、各アクチュエータ 9 に配された個別電極 8 へ駆動電圧を印加するための電気接続を行う。本試作では、マトリクス配置の外周にフレキシブルプリントケーブル (flexible printed cable) (図示せず) の電極端子を配し、その端子と各アクチュエータ 9 の個別電極 8 とをワイヤボンディングで接続した。その後、アクチュエータ 9 には圧電性を与えるため、バイアス電圧を与えて分極処理を行った。

【0043】次に、本実施例の動作について説明する。上記のように作成したインクジェットヘッドのクシ歯形状のインクプール本流 6 の根本にインク供給用チューブ (図示せず) を接続してインク注入を行う。すると、インクプール本流 6 → インクプール支流 5 → 供給孔 3 → チャンバ 2 → ノズル 1 の順番にインクが充填される。

【0044】各アクチュエータ 9 の個別電極 8 と共通電

特開 2001-334661  
(P 2001-334661A)

(6)

9

極（加圧板 7）との間に図 9 に示したような電圧波形を印加すると、バイモルフ効果（bimorph effect）によって加圧板がたわみ変形し、チャンバ内のインクが圧縮されてノズルからインク滴が吐出するものである。

【0045】実際に製作したインクジェットヘッドに対し、図 9 に示すような波形の電圧を個別に印加した結果、全ノズルから 30 p l のインク滴が安定して吐出することを確認した。さらに、同時駆動するノズルの数を変化させて同様の実験を行った結果、駆動数に関わらず同滴量のインク滴が安定して吐出することを確認した。また、駆動する場所による吐出特性の差異も確認されなかった。この実験結果から、概略正方形のチャンバとクシ歯形状のインクプール支流の組み合わせを用いることによって、ノズルを高密度に配置できる効果が確認され、そのインクジェットが安定して吐出することを実験的に実証した。

【0046】また、クシ歯形状インクプールを用いた場合、プール本流内のインク流量は下流ほど少なくなる。従って、本実施例のようにプール本流の下流側を狭くすることによって、下流側でもインク流速の低下が起きず、インク内の気泡やゴミの残留を防止できる効果がある。

【0047】なお、本実施例での加圧板の厚さは 15  $\mu$  m としたが、2  $\mu$  m の厚さを用いると、チャンバの寸法を 0.2 mm  $\times$  0.2 mm まで小さくしても、同様に 30 p l のインク滴を吐出することが実験により確認された。

【0048】ここで、ノズルのヘッド主走査方向のピッチを  $w$  としたとき、 $w = d / \tan \theta$  であって、 $w$  は 0.2 mm 以上の条件であるから、 $d / \tan \theta \geq 0.2$  (mm) であって、この式を変形すると、 $\tan \theta \leq (d / 0.2)$  となる。したがって、ノズルの配置は、 $0 \leq \tan \theta \leq 5 d$ 、 $n \times d \geq 0.2$  (mm) の条件であれば、このチャンバをレイアウトすることができるため、さらに高密度の配列を実現することができる。

【0049】（第二実施例）本発明第一実施例において、各チャンバ外形の各辺が、前記各行と前記各列にそれぞれ平行である菱形チャンバとすることによって、正方形チャンバの高効率特性を引き継ぎながらも、チャンバ内のインク流れをスムーズにできるため気泡の停留を防止しインクジェットヘッドの信頼性を向上でき、さらにアクチュエータの製造法も簡便化することができる。その構成を、本発明第二実施例として以下に示す。

【0050】図 10 は、本発明第二実施例を示すインクジェットヘッドの詳細を示す拡大図である。ヘッドの全体構成や立体構成は第一実施例と同一である。

【0051】本実施例のインクジェットヘッドにおけるチャンバ形状は、その平面形状が概略菱形であり、さらに詳しくは、その各辺の傾きが、前記各行 11, 12, 13, ... と前記各列 21, 22, 23, ... の傾

10

きに一致している。このチャンバ 2 において長い方の対角線の両端に、ノズル 1 と供給孔 3 がそれぞれ配されている。また、アクチュエータ 9 の形状もこれにしたがい、その各辺の傾きが前記各行 11, 12, 13, ... と前記各列 21, 22, 23, ... の傾きに一致している。

【0052】これ以外の部分、つまりクシ歯形状インクプール支流 5 や加圧板 7、さらにマトリクス配置のレイアウト自体は、第一実施例と同一とした。

【0053】次に、本実施例の製造法を説明する。なお、本実施例の製造法において、第一実施例と異なる点は、アクチュエータを分離加工する点のみであるため、この点を説明する。

【0054】第一実施例で述べたとおり、Au 電極 41 を両面に蒸着したシート状圧電体 40 を仮固定基板 43 に貼り付けた後、本実施例ではサンドブラスト処理よりも簡便かつ高精度、安定加工が可能なダイシング加工を行い、各アクチュエータ 9 を分離加工する。ここで、本実施例のアクチュエータは各行および各列毎にその辺が一直線上であるため、各行および各列単位で一括にダイシング加工できる。したがって、サンドブラスト処理で必要であったマスクが不要となり、それによりマスク位置合わせプロセスを削除でき、さらにアクチュエータ 9 の寸法や位置をより高精度に加工できるという利点がある。

【0055】本実施例の動作について、第一実施例と異なる点は、チャンバ 2 内のインク流れがよりスムーズになることが挙げられる。すなわち、菱形チャンバ 2 の長い方の対角方向にインクが流れるため、インクが通過するコーナーは鈍角となり、流れよどみが発生しにくく、気泡の停留を防止することが可能となり、インクジェットの信頼性を向上させることができる。

【0056】実際に製作したインクジェットヘッドに対し、第一実施例と同様の実験を行った結果、全ノズルから 30 p l のインク滴が安定して吐出することを確認した。さらに、同時駆動するノズルの数を変化させて同様の実験を行った結果、駆動数に関わらず同滴量のインク滴が安定して吐出することを確認した。また、駆動する場所による吐出特性の差異も確認されなかった。この実験結果から、概略菱形チャンバは概略正方形チャンバと同様の高効率特性を持ち、クシ歯形状のインクプール支流との組み合わせによって、ノズルを高密度に配置できる効果が確認され、そのインクジェットが安定して吐出することを実験的に実証した。また、概略菱形チャンバと同様の外寸を有するアクチュエータを用いることにより、製造プロセスの簡略化と加工精度の向上が実現できた。

【0057】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のインクジェットヘッドによれば、チャンバの形状指標の A 値が 1



特開2001-334661  
(P2001-334661A)

(7)

11

$\leq A \leq 2$ を満たすチャンバを用いることにより、チャンバの占有面積を小さくしても駆動時の体積変化量を維持することが可能な、高効率のチャンバを得ることができる。したがって吐出するインク滴量を落とすことなく、ノズルを高密度に配置することが可能となる。

【0058】また、チャンバの形状指標のA値が $1 \leq A \leq 2$ を満たすチャンバが概略正方形や概略菱形の場合、内部のインク流れの方向をその長い方の対角線の方角とすることにより、チャンバ内のインク流れをスムーズにできるため気泡の停留を防止しインクジェットヘッドの信頼性を向上できる。さらに、特に概略菱形チャンバにおいてはアクチュエータもチャンバと同様の概略菱形とすることで各行、各列毎のダイシング加工が可能となり、製造プロセス簡略化、加工精度向上が実現できる。

【0059】また、基盤目の格子状にマトリクス配置する際のレイアウトが、前記 $\theta$ 、 $n$ 、 $d$  (mm) に関して $0 < \tan \theta \leq 5d$ 、または $n \times d \geq 0.2$ 、または、 $0.5 \leq n \times \tan \theta \leq 2$ とすることにより、チャンバの形状指標のA値が $1 \leq A \leq 2$ を満たすチャンバをスペース的に無駄なくマトリクス配置とすることができるため、高効率で占有面積の小さいチャンバをより高密度にレイアウトすることができる。また、インクプール支流を含めたレイアウトにおける高密度化を実現することもできる。

【0060】また、インクプール支流よりもインクプール本流の断面積を大きく形成することによって安定な流れとすることができ、また単位時間あたりのインク供給量を大きくすることができるので吐出周波数を増加させることができる。さらに、ノズル間の吐出特性ばらつきを抑制することができる。

【0061】また、インクプール支流ないしはインクプール本流の断面積を、下流に行くほど減少して設けることによって、下流部でも安定した供給を行うことができ、ノズル間の吐出特性ばらつきを抑えることができる。また、流速低下による気泡の停留も抑制することができ、インクジェットヘッドの信頼性を向上させることができる。

【0062】以上のように、インクジェットヘッドの高密度化、信頼性向上、特性ばらつき低減、製造プロセス低減、加工精度向上に効果があり、工業的価値が多大である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は四角形チャンバの縦横比に対する体積変化量の関係を示すグラフであり、図1(b)は、様々な形状のチャンバの「(外接円の直径) / (内接円の直径)」の値に対する体積変化量の関係を示すグラフである。

【図2】本発明第一実施例におけるインクジェットヘッドの全体透視図。

12

【図3】本発明第一実施例におけるインクジェットヘッドの拡大透視図。

【図4】本発明第一実施例におけるインクジェットヘッドの立体構成を示す図。

【図5】マトリクス配置を定めるために必要なパラメータを説明するための図。

【図6】本発明の第一実施例におけるインクジェットヘッドのアクチュエータ部分を製造するプロセスを示す図。

【図7】本発明第一実施例におけるインクジェットヘッドのアクチュエータ部分を製造するプロセスを示す図。

【図8】本発明第一実施例におけるインクジェットヘッドを製造するプロセスを示す図。

【図9】本発明第一実施例におけるインクジェットヘッドの駆動電圧波形を示す図。

【図10】本発明第二実施例におけるインクジェットヘッドの拡大透視図。

【図11】従来の技術におけるインクジェットヘッドを示す図。

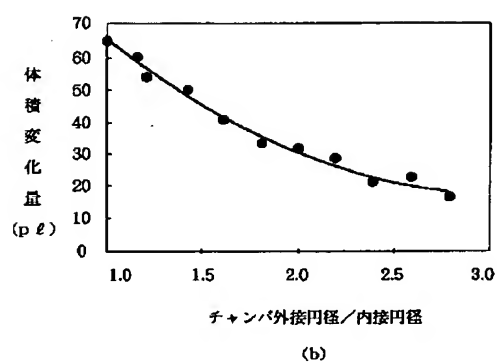
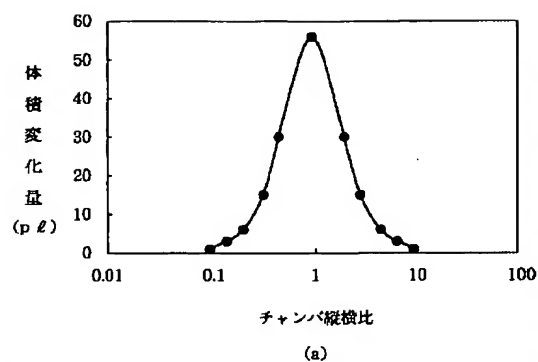
#### 【符号の説明】

- 1 ノズル
- 2 チャンバ
- 3 供給孔
- 5 インクプール支流
- 6 インクプール本流
- 7 加圧板
- 8 個別電極
- 9 アクチュエータ
- 11, 12, 13, ... 行
- 20 各行内で隣接するノズルの、ヘッド主走査方向に直交する方向の距離
- 21, 22, 23, ... 列
- 30 ヘッド主走査方向
- 31 各行とヘッド主走査方向の角度
- 40 シート状圧電体
- 41 Au電極
- 42 仮固定粘着シート
- 43 仮固定基板
- 44 マスク
- 45 サンドブラストノズル
- 51 ノズルプレート
- 52 チャンバプレート
- 53 供給孔プレート
- 54 プールプレート
- 101 ノズル
- 102 チャンバ
- 103 供給孔
- 104 インクプール

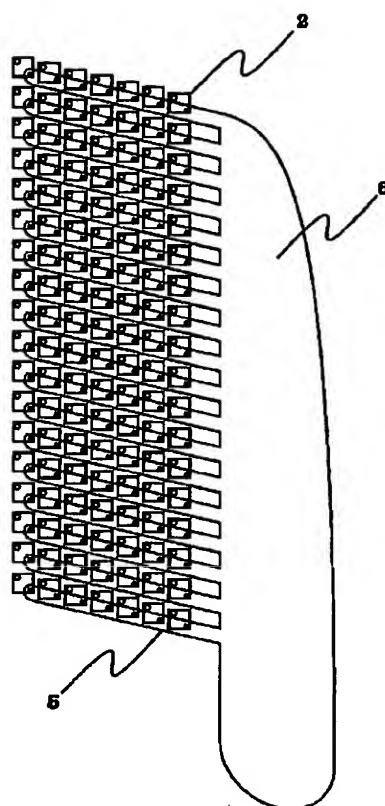
特開 2001-334661  
(P2001-334661A)

(8)

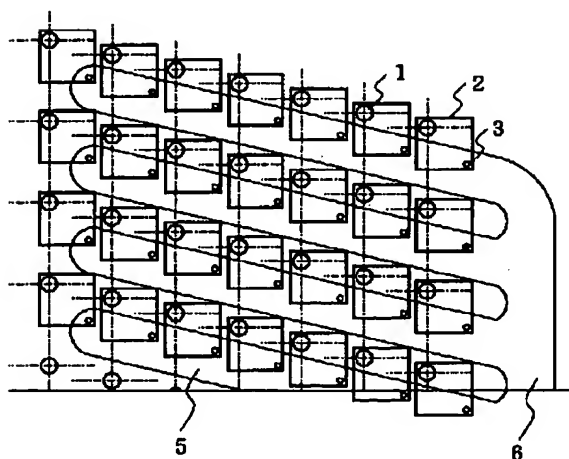
【図 1】



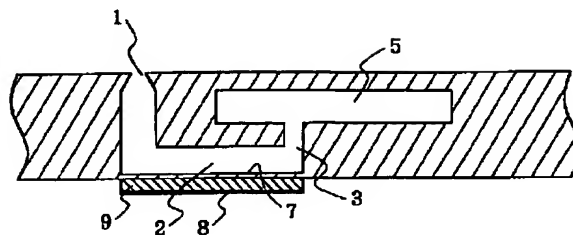
【図 2】



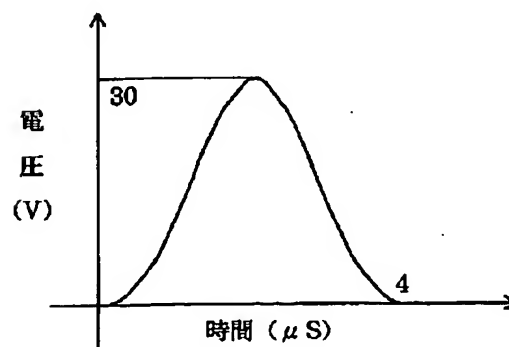
【図 3】



【図 4】



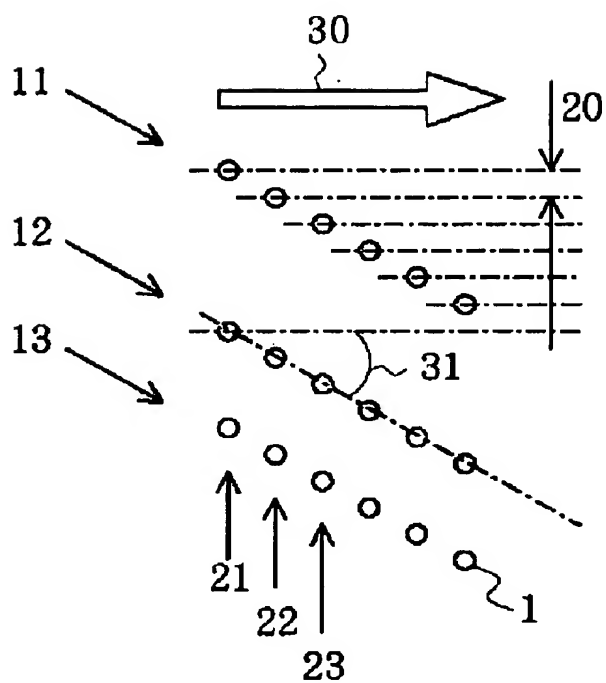
【図 9】



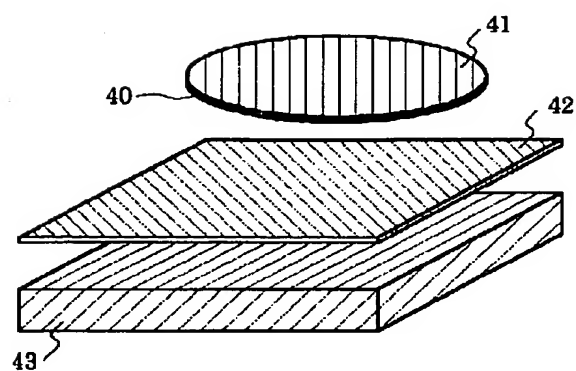
特開 2001-334661  
(P2001-334661A)

(9)

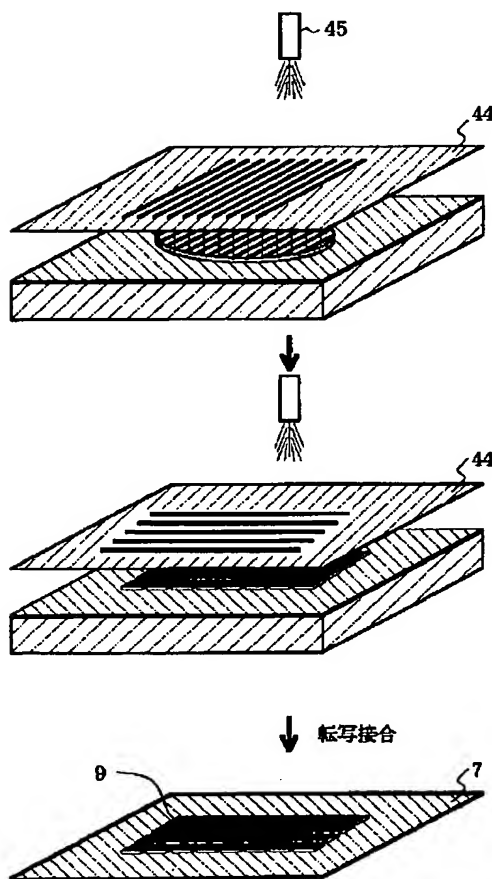
【図5】



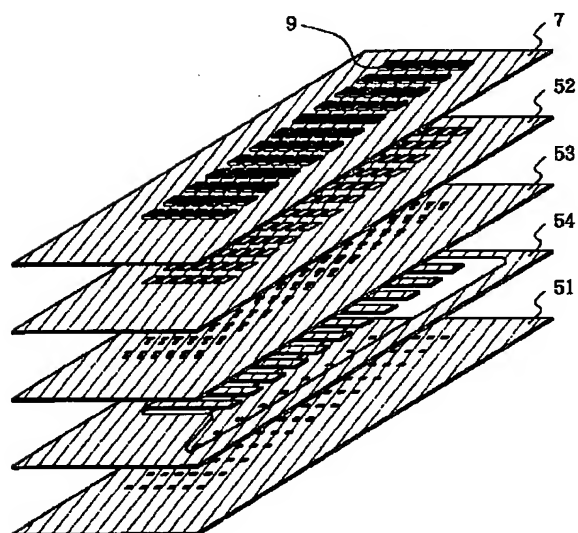
【図6】



【図7】



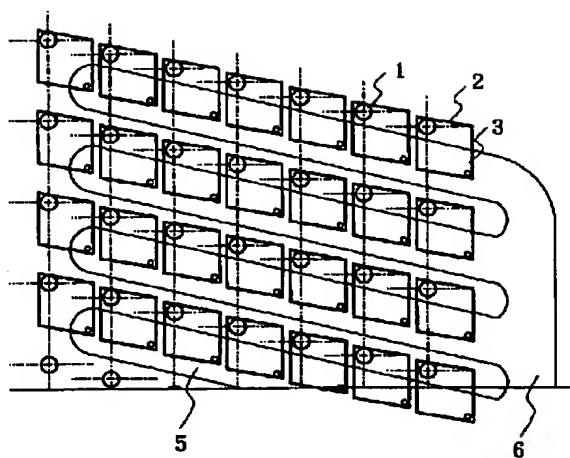
【図8】



特開 2001-334661  
(P2001-334661A)

( 10 )

【図 10】



【図 11】

